

## Gas turbine

Patent Number: DE4324125  
Publication date: 1995-01-26  
Inventor(s): DEL MATTO ANTONIO (CH); WETTSTEIN HANS DR (CH); GODAT MARCEL (CH); PRIMOSCHITZ EDUARD (CH)  
Applicant(s): ABB MANAGEMENT AG (CH)  
Requested Patent: ☐ DE4324125  
Application Number: DE19934324125 19930719  
Priority Number(s): DE19934324125 19930719  
IPC Classification: F02C7/12; F02C6/08; F02C7/20; F02C7/24; F01D25/12; F01D11/10; F02K3/04  
EC Classification: F01D25/26, F02C7/20, F02C7/24, F01D11/24  
Equivalents:

---

### Abstract

---

The fixed (stationary), single-shaft (tandem-compound) gas turbine for power generation has a welded rotor. At least the compressor housing (2) and the turbine housing (3) are of double-shell construction. A jacket (shell) air flow is generated between the individual housing shells. It is possible thereby to avoid unequal (nonuniform) expansions of the rotor and housing to a large extent when starting up, and the blade clearances in the turbine section can be reduced. In addition, the longitudinal sagging of the machine which normally occurs during run-down is suppressed. The jacket air concept can also advantageously be extended to the waste gas (off-gas) housing (4) and the waste gas diffuser (5). The concept also contributes there to the avoidance of thermal stresses and permits the use of less expensive materials such as, e.g., ferritic

steel.



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 43 24 125 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 43 24 125.5  
㉑ Anmeldetag: 19. 7. 93  
㉒ Offenlegungstag: 26. 1. 95

㉓ Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**F 02 C 7/12**  
F 02 C 6/08  
F 02 C 7/20  
F 02 C 7/24  
F 01 D 25/12  
F 01 D 11/10  
F 02 K 3/04

DE 43 24 125 A 1

㉔ Anmelder:  
ABB Management AG, Baden, Aargau, CH  
  
㉕ Vertreter:  
Rupprecht, K., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 61476 Kronberg

㉖ Erfinder:  
Del Matto, Antonio, Rüfenach, CH; Godat, Marcel,  
Baden-Rütihof, CH; Primoschitz, Eduard, Station  
Siggenthal, CH; Wettstein, Hans, Dr., Fislisbach, CH

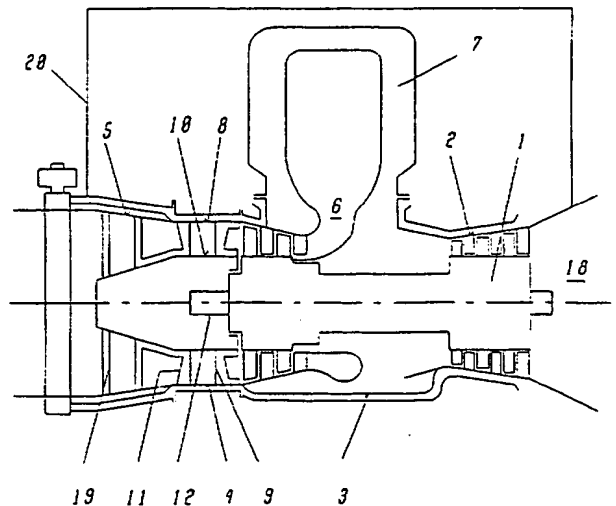
㉗ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	22 59 580 B2
DE-AS	10 09 435
DE	28 36 539 A1
US	48 41 726
US	42 71 666
US	40 79 587
US	25 91 676
US	24 45 661
EP	2 56 790 A2

Firmschrift: Die Gasturbinentypen 9,11,13 -  
Entwicklung und Bewährung, Nr. CH-T 113 303 D der  
Firma BBC Brown Boveri, Okt. 1979, S.1-8;

㉘ Gasturbine

㉙ Bei der stationären, einwelligen Gasturbine zur Stromerzeugung mit geschweißtem Rotor sind zumindest das Verdichtergehäuse (2) und das Turbinengehäuse (3) doppel-schalig ausgeführt. Zwischen den einzelnen Gehäuseschalen wird ein Mantelluftstrom erzeugt. Dadurch können ungleiche Ausdehnungen von Rotor und Gehäuse beim Anfahren weitgehend vermieden und die Schaufelspiele im Turbinenabschnitt reduziert werden. Auch wird die beim Herunterfahren üblicherweise auftretende Längsdurchbiegung der Maschine unterdrückt. Das Mantelluftkonzept kann mit Vorteil auch auf das Abgasgehäuse (4) und den Abgasdiffusor (5) erweitert werden. Es trägt auch dort zur Vermeidung von Wärmespannungen bei und erlaubt den Einsatz von billige-ren Materialien wie z. B. ferritischem Stahl.



DE 43 24 125 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 11. 94 408 064/72

15/36

## Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Stationäre, einwellige Gasturbine zur Stromerzeugung mit einem geschweißten Rotor, einem Verdichter- und einem Turbinengehäuse.

## Stand der Technik

Bei den bisherigen stationären, einwelligen Gasturbinen mit geschweißtem Rotor weist das Verdichter- und Turbinengehäuse ein wesentlich anderes thermisches Verhalten auf als der Rotor. Das Gehäuse reagiert viel schneller auf Betriebszustandsänderungen. Bei Kaltstart ergibt sich daraus das Problem, daß sich Gehäuse und Rotor ausgehend von einem Fixpunkt im Bereich der Luft-Ansaugöffnung des Verdichters (bzw. des dort befindlichen Rotoraxiallagers) in Richtung des Luftstromes unterschiedlich schnell ausdehnen. Dies hat zur Folge, daß die Schaufelspiele im Turbinenabschnitt transient kleiner werden. Da die Schaufelspiele so bemessen sein müssen, daß es möglichst nicht zu einem Streifen kommt, ergeben sich im stationären Betriebszustand, wenn der Rotor das Gehäuse ausdehnungsmäßig wieder eingeholt hat, ungünstig große Schaufelspiele. Dies wirkt sich negativ auf den Wirkungsgrad aus.

Weiter kann beim An- oder Herunterfahren der bisherigen Maschinen eine sich ebenfalls auf die Schaufelspiele sowie auf die Verfügbarkeit vor allem im Hinblick auf Heißstarts negativ auswirkende Längsdurchbiegung der Maschine quer zu ihrer Axialrichtung nach unten (beim Anfahren) bzw. nach oben (beim Herunterfahren) festgestellt werden. Die Ursache für diese Längsdurchbiegung wird darin gesehen, daß sich das Gehäuse im Turbinenabschnitt ungleichmäßig bezüglich seiner Oberseite und seiner Unterseite verformt. Bedingt durch den dort angeordneten Brennkammerstutzen weist die Gehäuseoberseite zum einen eine geringere Steifigkeit auf als die massivere Gehäuseunterseite; zum anderen wird die Unterseite beim Anfahren durch die im Verdichter zunehmend erhitzte Verbrennungsluft wirkungsvoller aufgeheizt als die Oberseite, wo die heiße Luft sofort durch den Brennkammerstutzen in die Brennkammer strömt. Beim Herunterfahren wird die Unterseite aus dem gleichen Grund wirkungsvoller abgekühlt.

## Darstellung der Erfindung

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, anzugeben, wie die vorstehend erläuterten Effekte reduziert und im stationären Betriebszustand kleinere Schaufelspiele mit dadurch erhöhtem Wirkungsgrad erhalten werden können.

Diese Aufgabe wird gemäß der vorliegenden Erfindung gelöst durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale. Demnach ist vorgesehen, daß das Turbinengehäuse und das Verdichtergehäuse wenigstens abschnittsweise eine Außenschale als zweite Schale erhalten und daß zwischen Gehäuse und Außenschale wenigstens ein primärer Mantelluftstrom geführt ist.

Durch den Mantelluftstrom zwischen den Schalen ergibt sich eine Verzögerung der Aufheizung des Gehäuses beim Anfahren. Das Gehäuse läuft dadurch dem Rotor weniger stark davon. Durch die geringeren tran-

sienten Ausdehnungsunterschiede zwischen Gehäusestruktur und Rotor können die Schaufelspiele im stationären Fall kleiner gewählt werden.

Der Mantelluftstrom sorgt auch dafür, daß sich das Gehäuse beim An- oder Herunterfahren langsamer und gleichmäßiger erwärmt bzw. abkühlt, wodurch auch die unerwünschte Längsdurchbiegung reduziert ist. Durch die langsamere Erwärmung bzw. Abkühlung werden zudem die transienten Wärmespannungen im Material des Turbinengehäuses reduziert. Dies ermöglicht im Bereich des Brennkammerstutzens Maßnahmen zur Gehäuseversteifung, welche der unerwünschten Längsdurchbiegung zusätzlich entgegenwirken.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen gekennzeichnet.

So kann der primäre Mantelluftstrom im wesentlichen entgegen der Strömungsrichtung der Prozeßgase in der Gasturbine von einer stromab (bezüglich dieser Strömungsrichtung) angeordneten Eintrittsöffnung bis zu einer Austrittsöffnung im Bereich der Unterdruckzone stromauf (wieder bezüglich der genannten Strömungsrichtung) des Verdichters geführt sein. In diesem Falle ergibt sich eine Ansaugung der Mantelluft in den Verdichter. Dies hat die Vorteile, daß keine Zusatzaggregate wie Ventilatoren zur Bewirkung und Aufrechterhaltung der Mantelluftströmung erforderlich sind und daß die Mantelluftmenge durch den Prozeß selbst bestimmt wird. Eher von Nachteil ist dagegen ein gewisser Leistungsverlust durch die Beimischung der Mantelluft zu der vom Verdichter angesaugten Prozeßluft.

Bevorzugt wird der primäre Mantelluftstrom jedoch in umgekehrter Richtung von einer Eintrittsöffnung am Verdichter stromab von dessen Ansaugöffnung bis zu einer weiter stromab angeordneten Austrittsöffnung geführt. Hierbei ist zur Aufrechterhaltung der Mantelluftströmung jedoch mindestens ein Ventilator erforderlich. Eine Leistungsabsenkung der Gasturbine tritt dagegen nicht auf. Durch den Einsatz von Ventilatoren, insbesondere mehreren stufenweise zuschaltbaren Ventilatoren, kann andererseits die Mantelluftströmung geregelt und dadurch den transienten Bedingungen während Lastwechseln besser angepaßt werden.

Durch Erweiterung des erfindungsgemäßen Luftmanipulationskonzeptes können mit nur geringem Zusatzaufwand weitere Vorteile erreicht werden.

So kann beispielsweise vorgesehen sein, den Brennkammerstutzen am Turbinengehäuse ebenfalls doppel-schalig auszubilden und auch ihn mit Mantelluft zu beaufschlagen, z. B. mit einem sekundären Mantelluftstrom, welcher über eine am oben am Brennkammerstutzen angeordnete Eintrittsöffnung eintritt und weiter unten in den primären Mantelluftstrom in der Doppelschale des Turbinengehäuses mündet. Hierdurch können vor allem Wärmespannungen im Bereich des Stutzens reduziert werden. Dies ermöglicht wiederum zusätzliche Versteifungen zur Unterdrückung der bereits erwähnten Längsdurchbiegung dort vorzusehen.

Mit Vorteil wird der primäre Mantelluftstrom auch durch eine Doppelschale des bei Gasturbinen stromab an das Turbinengehäuse angeflanschten Abgasgehäuses geleitet. Er dient hier ebenfalls dem Zweck, die Wandtemperatur des Abgasgehäuses etwas abzusenken sowie Wärmespannungen im Abgasgehäuse und im Flanschbereich zum Turbinengehäuse zu reduzieren. Bei geeigneter Dimensionierung der Kühlung wird dadurch die Möglichkeit eröffnet, das Abgasgehäuse als Sphärogußteil auszuführen. Sphärogußteile haben den Vorteil, daß sie kostengünstig sowie mit hoher Genauig-

keit herstellbar sind.

Es bietet sich weiter an, den primären Mantelluftstrom auch noch durch eine Doppelschale des sich bei Gasturbinen stromab an das Abgasgehäuse anschließenden Abgasdiffusors bis zu dessen stromabseitigem Ende zu leiten, um auch hier die Wandtemperatur zu reduzieren. Bisher war es erforderlich, für die Wand des Abgasdiffusors teuren, austenitischen Stahl zu verwenden, weil deren Temperatur einen Wert über 600°C erreichte. Oberhalb von ca. 540°C ist der wesentlich billigere, ferritische Stahl aus Oxidationsgründen nicht einsetzbar. Zudem mußte der Abgasdiffusor aus Brand- und Berührungsschutzgründen bisher meist mit einer äußeren Schutzisolierung versehen werden. Durch die Mantelluftströmung kann die Wandtemperatur jedoch unter 540°C gehalten werden, so daß für die Wand ein ferritischer Stahl verwendbar ist. Wegen der mit Mantelluft beaufschlagten Gehäuseschale kann zudem auf eine Außenisolierung verzichtet werden.

Anstatt einen primären Mantelluftstrom nacheinander über Verdichter-, Turbinen-, Abgas- und Abgasdiffusorgehäuse zu leiten, könnten die genannten Gehäuse auch jeweils einzeln, d. h. unabhängig voneinander mit Mantelluft versorgt werden.

Bei den bekannten Gasturbinen besteht das Abgasgehäuse aus einem Außen- und einem Innenring, welche über erste Hohlrippen miteinander verbunden sind. Der Innenring bzw. eine in den Abgasdiffusor sich hinein erstreckende Verlängerung desselben, ist weiter über zweite Hohlrippen mit dem Abgasdiffusorgehäuse verbunden. Letztere sind nach außen zur Umgebung hin offen. Der Innenring nimmt unter anderem das stromabseitige Rotorradiallager auf. Das Mantelluftkonzept kann nun mit Vorteil und mit nur geringem Zusatzaufwand auch auf den Innenring und dort zur Kühlung des Rotorlagerraums ausgedehnt werden. Dazu wird ein weiterer sekundärer Mantelluftstrom durch die sowieso nach außen offenen zweiten Hohlrippen angesogen und durch den Innenring und wenigstens teilweise durch die ersten Hohlrippen geführt. Von dort kann er z. B. in den primären Mantelluftstrom in der Doppelschale des Abgasgehäuses münden.

Üblicherweise sind die genannten ersten Hohlrippen außen jeweils mit einer Verkleidung, auch Innenliner genannt, versehen. Der Innenliner dient dazu, optimale Strömungsverhältnisse für die Umströmung der Hohlrippen herzustellen und diese vor einem direkten Kontakt mit sie umströmendem heißen Abgas zu schützen. Der Innenliner überdeckt wenigstens teilweise auch den Innen- und den Außenring. Ein Teilstrom des weiteren sekundären Mantelluftstromes kann nun auch in den Raum zwischen den ersten Hohlrippen und dem Innenliner geleitet werden. Da der Innenliner üblicherweise nicht gasdicht ist, gelangt die Mantelluft von dort in den außen am Innenliner vorbeiströmenden Abgasstrom.

Weiter können die Wände sowohl der zweiten Hohlrippen als auch des Innenrings ebenfalls doppelschalig ausgebildet sein. Durch diese Doppelschalen kann dann ein weiterer Teilstrom des weiteren sekundären Mantelluftstromes geleitet werden. Dieser wird z. B. im Übergangsbereich zwischen dem Innenring und den ersten Hohlrippen abgezweigt und entgegen der bisherigen Strömungsrichtung dieses Mantelluftstromes durch die genannten Doppelschalen des Innenrings und der zweiten Hohlrippen geführt. Im Abgasdiffusor kann dieser Teilstrom dann in den primären Mantelluftstrom einmünden. Vorzugsweise wird er jedoch getrennt von diesem zwischen weiteren Schalen des Abgasdiffusor

bis zu dessen stromabseitigem Ende geführt.

Mit Vorteil ist der Strömungsquerschnitt des primären Mantelluftstromes zwischen den Gehäuse-Doppelschalen in Gehäuse-Umfangsrichtung zumindest in einen oberen und einen unteren Strömungsquerschnitt unterteilt. Es ist dann möglich, nach dem Herunterfahren der Gasturbine über zusätzliche, den mindestens einen oberen mit dem mindestens einen unteren Strömungsquerschnitt verbindenden Leitungen sowie mittels mindestens eines zusätzlichen Ventilators eine Umwälzung der Mantelluft zwischen dem/den oberen und dem/den unteren Strömungsquerschnitt/en vorzusehen. Durch eine solche Umwälzung können Temperaturunterschiede zwischen der Oberseite der Gasturbine und ihrer Unterseite reduziert werden. Auch dies kann einen wesentlichen Beitrag zur Unterdrückung der unerwünschten Längsdurchbiegung der Maschine und zur Erhöhung ihrer Verfügbarkeit für Heißstarts leisten.

Eine verlangsamte sowie gleichmäßigere Erwärmung bzw. Abkühlung des Turbinengehäuses kann auch durch eine innere wärmeisolierende Abdeckung der Gehäusewand erreicht werden. Bevorzugt werden die Konzepte "äußere Kühlung" und "innere wärmeisolierende Abdeckung" miteinander kombiniert und aufeinander abgestimmt verwendet.

Die vorgängig beschriebenen Mantelluftströme sind vorzugsweise regulierbar. Dies kann z. B. durch den Einsatz von regelbaren und/oder stufenweise zuschaltbare Ventilatoren erfolgen. Auch könnten sich z. B. selbsttätig mit den Mantelluftströmungen öffnende bzw. schließende Klappen an den Mantelluft-Eintrittsöffnungen vorgesehen werden. Dies wäre auch im Hinblick auf die erwähnte Umwälzlüftung von Vorteil.

Die Mantelluftströmung wird wegen der Schaufelspiele vorzugsweise so geregelt, daß sich während des Anfahrens eine stärkere Kühlung als im stationären Betriebszustand ergibt. Weiter werden Kühlung und innere Abdeckung des Turbinengehäuses vorzugsweise so aufeinander abgestimmt, daß die Temperatur der Turbinengehäuswand im stationären Betriebszustand zwischen 50°C und 150°C unter der Temperatur der mit dieser Wand in Berührung kommenden Prozeßgase liegt.

#### Kurze Erläuterung der Figuren

Die Erfindung, sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen derselben sollen nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Figuren näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Gasturbine entsprechend einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2 einen Teilquerschnitt durch die Gasturbine nach Fig. 1,

Fig. 3 in einer Darstellung gemäß Fig. 1 die Führung eines primären Mantelluftstromes

Fig. 4 in einem Ausschnitt aus Fig. 1 die Führung eines ersten sekundären Mantelluftstromes

Fig. 5 in einem anderen Ausschnitt aus Fig. 1 die Führung weiterer sekundärer Kühlluftströme

Fig. 6 schematisch eine Gasturbine entsprechend einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

Fig. 7 in einer Darstellung gemäß Fig. 1 zusätzliche Einrichtungen zur Mantelluftumwälzung,

Fig. 8 eine Ansicht der mit wärmeisolierenden Platten sowie einem Isolationsblech verkleideten Innenwand

des Turbinengehäuses der Gasturbine von Fig. 1 oder Fig. 6,

Fig. 9 eine der wärmeisolierenden Platten von Fig. 8 im Schnitt,

Fig. 10 einen vergrößerten Ausschnitt von Fig. 8 mit dem Isolationsblech,

Fig. 11 in einer Detailansicht die Art der Befestigung des Isolationsbleches an der Wand des Turbinengehäuses, und

Fig. 12 schematisch eine Gasturbine entsprechend einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Die in Fig. 1 verwendeten Bezugszeichen gelten generell in allen Figuren soweit dort identische Elemente vorhanden sind.

#### Wege zur Ausführung der Erfindung

Zunächst wird auf Fig. 1 bezug genommen. Die darin dargestellte Gasturbine umfaßt einen Verdichter 1 mit einem Verdichtergehäuse 2, ein Turbinengehäuse 3, ein Abgasgehäuse 4 und einen Abgasdiffusor 5. Am Turbinengehäuse 3 ist oben ein Brennkammerstutzen 6 vorhanden, an welchem die Brennkammer 7 angeflanscht ist. Das Abgasgehäuse 4 besteht aus einem Außenring 8 mit integrierten (ersten) Hohlrippen 9 und einem Innenring 10. Entsprechende (zweite) Hohlrippen 19 sind auch im Abgasdiffusor 5 vorhanden. Das Abgasgehäuse ist (in Fig. 1 nicht erkennbar) in zwei Halbschalen, eine obere und eine untere, geteilt. Ein segmentierter Innenliner 11 ummantelt mit Abstand den Außenring 8, den Innenring 10 und die Hohlrippen 9. Er sorgt für eine optimale Strömungsführung des Abgases. Die untere Halbschale des Innerings 10 trägt das abgasseitige Rotortraglager 12.

Das Turbinengehäuse 3 ist doppelschalig ausgebildet. Für das Verdichtergehäuse 2 trifft dies für seinen an das Turbinengehäuse 3 angrenzenden Teil zu. Das Abgasgehäuse 4 und das Gehäuse des Abgasdiffusors 5 sind dreischalig ausgebildet. Zur Ausbildung der Schalen wird vorzugsweise außen auf die tragende Gehäusewand eine zusätzliche Wandung aus Blech mit Abstand aufgebracht. Dies ist z. B. in Fig. 2 erkennbar. In Fig. 2 ist die tragende Gehäusewand mit 13 und die zur Ausbildung der Doppelschale dienenden Bleche mit 14 bezeichnet. Die Bleche 14 können an der Gehäusewand 13 zumindest teilweise demontierbar befestigt werden, um diese dort, wo es erforderlich ist, zugänglich zu halten.

Die zwischen den einzelnen Schalen der verschiedenen Gehäuse vorhandenen Hohlräume dienen als Strömungskanäle für Mantelluft. Im gewählten Beispiel stehen diese derart miteinander in Verbindung, daß ein im folgenden als primär bezeichneter Mantelluftstrom I von einer mit 15 bezeichneten Eintrittsöffnung am Verdichtergehäuse durch die Doppelschalen des Turbinengehäuses und den äußeren Strömungsquerschnitt bzw. -kanal des Abgasgehäuses und des Abgasdiffusors bis zu einer Austrittsöffnung 16 an dessen unterem, stromabseitigem Ende geführt werden kann, wie dies Fig. 3 zeigt.

Zur Erzeugung und Aufrechterhaltung des primären Mantelluftstromes I ist im Bereich der Austrittsöffnung 16 eine Anzahl von Ventilatoren 17 vorgesehen, welche zwecks Regelbarkeit der Mantelluftströmung einzeln zu oder abschaltbar sind.

Die Eintrittsöffnung 15 für den primären Mantelluftstrom I ist ein Stück weit stromab der Ansaugöffnung 18 des Verdichters 1 angeordnet. Der erste Teil des Ver-

dichters benötigt keine Kühlung.

Der Brennkammerstutzen 6 ist ebenfalls doppelschalig ausgebildet, wobei der Hohlraum zwischen den entsprechenden Schalen in den Hohlraum zwischen den Schalen des Turbinengehäuses 3 mündet. Durch eine Eintrittsöffnung am Brennkammerstutzen wird durch die Ventilatoren 17 aus dem Umgebung Mantelluft angesaugt, die einen sekundären, in den primären Mantelluftstrom I mündenden Mantelluftstrom II.1 bildet (vergl. Fig. 4).

Ein weiterer und in Fig. 5 mit II.2 bezeichneter sekundärer Kühlluftstrom wird über die zweiten, nach außen hin offenen Hohlrippen 19 im Abgasdiffusor angesaugt und strömt von diesen durch den Innenring 10 bis in den Bereich des Rotortraglagers 12. Dort teilt sich dieser Mantelluftstrom in mehrere Teilströme auf. Ein erster und mit II.2.1 bezeichneter Teilstrom durchsetzt die ersten Hohlrippen 9 und mündet im Abgasgehäuse 3 in den primären Mantelluftstrom I.

Ein weiterer, mit II.2.2. bezeichneter Teilstrom tritt in den Hohlraum zwischen den ersten Hohlrippen 9 und dem Innenliner 11 ein und mündet von dort in den Abgasstrom der Gasturbine. Letzteres ist möglich, weil der Innenliner nicht hermetisch dicht ist.

Ein dritter, mit II.2.3 bezeichneter Abgasstrom fließt durch eine auch am Innenring 10 sowie an den zweiten Hohlrippen 19 vorgesehene Doppelschale zum Abgasdiffusor 5 zurück. Er mündet dort in den inneren Strömungsquerschnitt bzw. -Kanal, in dem er parallel zum primären Mantelluftstrom I zur Austrittsöffnung 16 am unteren Ende des Abgasdiffusors fließt.

Gasturbinen der vorliegenden Art werden üblicherweise in einem Schutzgehäuse 20 betreiben, welches im wesentlichen den in Fig. 1 dargestellten Teil der Gasturbine vom Verdichter bis zum Abgasdiffusor umfaßt und insbesondere auch die Brennkammer einschließt. Das Schutzgehäuse, auch als Enclosure bezeichnet, dient u. a. Brandschutzzwecken. Im Brandfall wird Kohlendioxyd in das Gehäuse eingeleitet. Indem sich alle Eintrittsöffnungen für Mantelluft innerhalb des Gehäuses befinden, wird im Brandfall zwangsläufig ein Teil des Kohlendioxyds in die Mantelluftkanäle angesaugt. Dies ist insofern von Nachteil, als der angesaugte Teil des Kohlendioxyds für die Brandlöschung nicht mehr zur Verfügung steht. Sofern, wie im Beispiel von Fig. 1 die Mantelluftströmungen mittels Ventilatoren 17 erzeugt und aufrechterhalten werden, kann dem Verlust von Kohlendioxyd jedoch einfach durch kurzzeitiges Abstellen der Ventilatoren begegnet werden. Die Ventilatoren könnten beispielsweise mit einem Brandmelder gekoppelt sein.

Bei der in Fig. 6 dargestellten Ausführungsform ist die Doppelschale am Verdichtergehäuse 2 bis zu der sich stromauf der Verdichteransaugöffnung 18 befindlichen Unterdruckzone 21 vorgezogen und gegen diese hin offen. Durch den in der Unterdruckzone 21 vorherrschenden und durch die Einströmung der Prozeßluft in den Verdichter bewirkten Unterdruck ergibt sich eine Mantelluftströmung durch die Strömungskanäle zwischen den Doppelschalen der einzelnen Gehäuse, allerdings in umgekehrter Richtung, wie zuvor beschrieben. Die Eintrittsöffnung für den primären Mantelluftstrom wäre hier z. B. am unteren Ende des Abgasdiffusors anzuordnen. Als Mantelluftströme sind in Fig. 6 lediglich der primäre Mantelluftstrom I sowie der am Brennkammerstutzen eintretende sekundäre Mantelluftstrom II.1 eingetragen. Weitere sekundäre Mantelluftströme könnten natürlich auch hier vorgesehen sein.

Diese Variante hat vor allem den Vorteil, das sie ohne Zusatzaggregate wie Ventilatoren auskommt. Die Stärke des oder der Mantelluftströme wird dabei durch den Prozeß selbst geregelt. Eine ergänzende Regelung durch Drosselklappen oder Ventilatoren ist selbstverständlich möglich. Im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel ergibt sich hier durch die nicht abstellbare Ansaugung der Mantelluft am Verdichtereintritt allerdings ein gewisser Verlust an injiziertem CO<sub>2</sub> im Brandfall.

In Fig. 7, die grundsätzlich wieder Fig. 1 entspricht, sind Leitungen 21 und 22 vorgesehen, welche den oberen Teil des Strömungsquerschnitts für die Mantelluft im Bereich des Verdichtergehäuses, des Turbinengehäuses und des Abgasgehauses mit dem jeweils unteren verbinden und umgekehrt. Über diese Leitungen und vermittels der Ventilatoren 23 und 24 ist beim Auskühlen der Maschine eine Umwälzung der Mantelluft möglich. Voraussetzung hierzu ist natürlich, daß der Strömungsquerschnitt für die Mantelluft zumindest in einen oberen und einen unteren Strömungsquerschnitt unterteilt ist. Vorzugsweise ist der sich über den Umfang erstreckende Strömungsquerschnitt jedoch mehr als zweifach unterteilt. Durch die Umwälzung läßt sich nach dem Herunterfahren eine gleichmäßigere Abkühlung der Maschine erreichen und damit, wie eingangs erwähnt, einer Längsdurchbiegung der Maschine quer zu ihrer Axialrichtung entgegenwirken. Während der Luftumwälzung werden die Ventilatoren 17 (Fig. 1) vorzugsweise abgestellt und Drosselklappen (nicht dargestellt) an zumindest der Eintrittsöffnung für den primären Mantelluftstrom geschlossen.

Fig. 8 zeigt einen Blick in das aufgeschnittene Turbinengehäuse 3, an welchem oben auch wieder der Brennkammerstutzen zu erkennen ist. Als Ergänzung zur äußeren Luftkühlung ist auf die Innenwand des Turbinengehäuses eine wärmeisolierende Abdeckung aufgebracht. Im überwiegend sphärisch gekrümmten Wandbereich wird diese Abdeckung durch eine Vielzahl von Platten 25 gebildet. Fig. 9 zeigt eine solche Platte im Schnitt. Sie ist mittels einer zentralen Schraube 26 auf die Wand des Turbinengehäuses 3 aufgeschraubt, wobei sie lediglich mit ihrem äußeren Rand an dieser anliegt. Zu ihrer Mitte hin, weist sie dagegen einen gewissen Abstand von der Gehäusewand auf, so daß sich dort ein Luftpolster ergibt. Dieses Luftpolster übernimmt im wesentlichen die erwünschte Wärmeisolation. Der durch die Platten 25 erreichbare Abdeckungsgrad ist für den gewünschten Zweck ausreichend. Es ist umgekehrt sogar von Vorteil, durch eine stellenweise weniger dichte Anordnung der Platten 25 und/oder eine Reduktion ihres Durchmessers an einzelnen Stellen eine stärkere Erwärmung der Wand zuzulassen, um Wärmespannungen in der nicht gleichmäßig dicken Gehäusewand zu vermeiden.

Im nichtsphärischen Bereich des Brennkammerstutzens 6 ist anstelle der Platten 25 ein Blech 27 mit geringem Abstand an der Gehäusewand mittels einzelner Schrauben befestigt, wie dies anhand der Fig. 10 und 11 zu erkennen ist. Der durch den Abstand bestimmte Spalt zwischen dem Blech 27 und der Wand des Turbinengehäuses 3 ist so gewählt, daß sich darin eine schwache Strömung von heißer Prozeßluft aus dem Verdichter ausbilden kann und insbesondere zu dickwandigeren Teilen der Gehäusewand gelangt. Auch hier ist also wieder ein gewisser Kontakt zwischen der heißen Prozeßluft und der Gehäusewand ausdrücklich erwünscht. Es versteht sich jedoch, daß der größte Teil der aus dem

Verdichter austretenden heißen Prozeßluft innerhalb des Bleches 27 strömt und insofern nicht in direkte Berührung mit der Gehäusewand kommt.

Eine wärmeisolierende Abdeckung der Gehäuseinnenwand könnte selbstverständlich auch auf andere Weise als mit den beschriebenen Platten 25 bzw. dem Blech 27 erhalten werden. Insbesondere kämen hier aus mehreren Schichten verbundartig aufgebaute Platten in Frage.

In Fig. 12 ist noch eine weitere Variante dargestellt, bei welcher auf eine Versorgung des Abgasdiffusors 5 mit Mantelluft ganz verzichtet wurde. Der primäre Mantelluftstrom I sowie die in ihn ggf. mündenden weiteren sekundären Mantelluftströme wird bereits vor dem Abgasdiffusor 5 abgeführt. Der in Fig. 5 eingezeichnete Mantelluftstrom II.2.3 entfällt. Die Ventilatoren 17 sind im Bereich des Abgasgehauses 3 angeordnet. Die Gehäusewand des Abgasdiffusors ist lediglich doppelschalig ausgebildet. Zwischen den Doppelschalen ist eine Wärmedämmung 28 vorgesehen, welche z. B. Mineralwolle sein kann. Mit dem Verzicht auf den genannten Mantelluftstrom II.2.3 wird die doppelschalige Ausführung des Innenrings 10 sowie der zweiten Hohlrippen 19 an sich überflüssig. Als vorteilhafter Wärmeschutz dieser Teile kann sie jedoch belassen werden oder durch eine Verkleidung 29 ähnlich derjenigen im Innern des Turbinengehäuses 3 ersetzt werden. Wärmedämmend wirkt dann einfach das Luftpolster in der Doppelschale bzw. hinter der Verkleidung.

Die Ventilatoren 17 könnten anstatt oben auch seitlich, z. B. rechts und links an der Gasturbine oder stirnseitig am Ende des Kühlkanals angeordnet werden.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Verdichter
- 2 Verdichtergehäuse
- 3 Turbinengehäuse
- 4 Abgasgehäuse
- 5 Abgasdiffusor
- 6 Brennkammerstutzen
- 7 Brennkammer
- 8 Außenring des Abgasgehauses
- 9 Hohlrippen im Abgasgehäuse
- 10 Innenring des Abgasgehauses
- 11 Innenliner
- 12 Rotortraglager
- 13 Gehäusewand
- 14 Bleche
- 15 Eintrittsöffnung
- 16 Austrittsöffnung
- 17 Ventilatoren
- 18 Ansaugöffnung des Verdichters
- 19 Hohlrippen im Abgasdiffusor
- 20 Schutzgehäuse
- 21 Leitung
- 22 Leitung
- 23 Ventilator
- 24 Ventilator
- 25 Platten
- 26 Schraube
- 27 Blech
- 28 Wärmedämmung
- 29 Verkleidung
- I primärer Mantelluftstrom
- II.1 erster sekundärer Mantelluftstrom
- II.2 zweiter sekundärer Mantelluftstrom
- II.2.1 erster Teilstrom von II.2

II.2.2 zweiter Teilstrom von II.2  
II.2.3 dritter Teilstrom von II.2

# Patentansprüche

1. Stationäre, einwellige Gasturbine zur Stromerzeugung mit einem geschweißten Rotor, einem Verdichter- (2) und einem Turbinengehäuse (3), dadurch gekennzeichnet, daß die genannten Gehäuse (2, 3) durch Versehen mit einer zusätzlichen Außenschale wenigstens abschnittsweise wenigstens doppelschalig ausgeführt sind und daß zwischen den einzelnen Gehäuseschalen wenigstens ein primärer Mantelluftstrom (I) geführt ist. 5
2. Gasturbine nach Anspruch 1 und mit einem Verdichter (1), dadurch gekennzeichnet, daß der primäre Mantelluftstrom (I) im wesentlichen entgegen der Strömungsrichtung der Prozeßgase in der Gasturbine von einer stromab angeordneten Eintrittsöffnung bis zu einer Austrittsöffnung im Bereich der Unterdruckzone (21) stromauf des Verdichters geführt ist und durch Ansaugung in den Verdichter (1) bewirkt wird. 10
3. Gasturbine nach Anspruch 1 und mit einem Verdichter (1), dadurch gekennzeichnet, daß der primäre Mantelluftstrom (I) von einer Eintrittsöffnung (15) am Verdichter (1) im wesentlichen in Strömungsrichtung der Prozeßgase in der Gasturbine bis zu einer stromab angeordneten Austrittsöffnung (16) geführt ist und durch mindestens einen, vorzugsweise im Bereich dieser Austrittsöffnung angeordneten Ventilator (17) bewirkt wird. 15
4. Gasturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 3 und bei welcher am Turbinengehäuse (3) ein Brennkammerstutzen (6) vorhanden ist, dadurch gekennzeichnet, daß auch der Brennkammerstutzen (6) doppelschalig ausgebildet ist und daß zwischen seinen Schalen ein sekundärer Mantelluftstrom (II.1) geführt ist. 20
5. Gasturbine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der sekundäre Mantelluftstrom (II.1) über eine am Brennkammerstutzen (6) vorgesehene Eintrittsöffnung (19) zwischen dessen Doppelschalen eintritt und in den primären Mantelluftstrom (I) mündet. 25
6. Gasturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 5 und mit einem Abgasgehäuse (4), welches einen Außenring (8) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß auch der Außenring (8) des Abgasgehäuses (4) doppelschalig ausgebildet ist und daß der primäre Mantelluftstrom (I) auch zwischen den Schalen des Außenrings (8) durchgeführt ist. 30
7. Gasturbine nach Anspruch 6 und mit einem Abgasgehäuse, welches konzentrisch im Außenring (8) einen Innenring (10) und zwischen Außen- und Innenring erste Hohlrippen (9) aufweist und weiter mit einem Abgasdiffusor (5) und mit zweiten Hohlrippen (19) zwischen dem Abgasdiffusor (5) und dem Innenring (10), dadurch gekennzeichnet, daß ein weiterer sekundärer Mantelluftstrom (II.2) durch die zweiten Hohlrippen (19), den Innenring (10) und wenigstens teilweise (II.2.1) durch die ersten Hohlrippen (10) geführt ist. 35
8. Gasturbine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der weitere sekundäre Mantelluftstrom (II.2) wenigstens teilweise (II.2.1) in den primären Mantelluftstrom (I) mündet. 40
9. Gasturbine nach einem der Ansprüche 7 oder 8 45

und bei welcher im Abgasgehäuse (4) Außenring (8), Innenring (10) sowie die ersten Hohlrippen (10) mit Abstand jeweils zumindest teilweise mit einer Strömungsverkleidung (11) verkleidet sind, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teilstrom (II.2.2) des weiteren sekundären Mantelluftstromes (II.2) den Raum (12) zwischen den zweiten Hohlrippen (10) und der genannten Strömungsverkleidung (11) durchsetzt und von dort in den Abgasstrom in der Gasturbine mündet.

10. Gasturbine nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Hohlrippen (19) sowie der Innenring (10) doppelschalig ausgebildet sind und daß ein weiterer Teilstrom (II.2.3) des weiteren sekundären Mantelluftstromes (II.2) zwischen den Doppelschalen des Innenrings (7) und der ersten Hohlrippen (9) durchgeführt ist.

11. Gasturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 10 und mit einem Abgasdiffusor (5), dadurch gekennzeichnet, daß der Abgasdiffusor (5) mehrschalig ausgebildet ist und daß der primäre Mantelluftstrom (I) auch zwischen Schalen des Abgasdiffusors durchgeführt ist.

12. Gasturbine nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß der zwischen den Doppelschalen des Innenrings (10) und der zweiten Hohlrippen (19) durchgeführte weitere Teilstrom (II.2.3) des weiteren sekundären Mantelluftstromes (II.2) zwischen Schalen des Abgasdiffusors (5) in den primären Mantelluftstrom (I) mündet oder getrennt von diesem zwischen weiteren Schalen des Abgasdiffusors (5) bis zu dessen stromabseitigem Ende geführt ist.

13. Gasturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Strömungsquerschnitt des primären Mantelluftstromes (I) zwischen den Gehäuse-Doppelschalen in Gehäuse-Umfangsrichtung zumindest in einen oberen und einen unteren Strömungsquerschnitt unterteilt ist.

14. Gasturbine nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß über Leitungen (21, 22) sowie mindestens einen zusätzlichen Ventilator (23, 24) eine Umwälzung der Mantelluft zwischen dem oberen und dem unteren Strömungsquerschnitt möglich ist.

15. Gasturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Turbinengehäuse (3) innenseitig wenigstens teilweise mit einer wärmeisolierenden Abdeckung (25, 27) versehen ist.

16. Gasturbine nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdeckung (25, 27) in einem etwa sphärisch gekrümmten Bereich des Turbinengehäuses (3) durch eine Vielzahl von unmittelbar auf der Gehäusewand befestigten tellerförmigen Platten (25) gebildet wird, wobei die Platten lediglich mit ihrem Rand an der Gehäusewand anliegen, in ihrer Mitte dagegen von dieser einen Abstand aufweisen.

17. Gasturbine nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der durch die Platten (25) erzielte Abdeckungsgrad der Gehäusewand zwischen etwa 70% und 90% beträgt und örtlich, je nach dem gewünschten Isolationsgrad, verschieden gewählt ist.

18. Gasturbine nach einem der Ansprüche 15 bis 17 und mit einem am Turbinengehäuse (3) angeordneten Brennkammerstutzen (6), dadurch gekennzeichnet, daß die Abdeckung in Bereich des Brenn-



kammerstutzens (6) durch ein der Form der Gehäusewand dort angepaßtes Blech (27) gebildet wird, welches mit geringem Abstand von der Gehäusewand punktuell an dieser befestigt ist.

19. Gasturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 18 und mit Eintrittsöffnungen für die Mantelluft, dadurch gekennzeichnet, daß an den Eintrittsöffnungen sich vorzugsweise selbsttätig mit der Mantelluftströmung öffnende bzw. schließende Klappen vorgesehen sind.

20. Gasturbine nach einem der Ansprüche 3 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Mantelluftströmung durch regelbare und/oder mehrere, stufenweise zuschaltbare Ventilatoren (17) regelbar ist.

21. Gasturbine nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilatoren (17) mit einem Brandmelder gekoppelt sind.

22. Gasturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 21 und mit einem Abgasdiffusor (5), dadurch gekennzeichnet, daß der Abgasdiffusor (5) mehrschalig ausgebildet ist und daß zwischen wenigstens zwei Schalen eine Wärmedämmung (28) vorhanden ist.

23. Gasturbine nach einem der Ansprüche 7 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Hohlrippen (19) sowie der Innenring (10) doppelschalig ausgebildet oder mit einer wärmeisolierenden, ein Luftpolster erzeugenden Verkleidung (29) versehen sind.

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

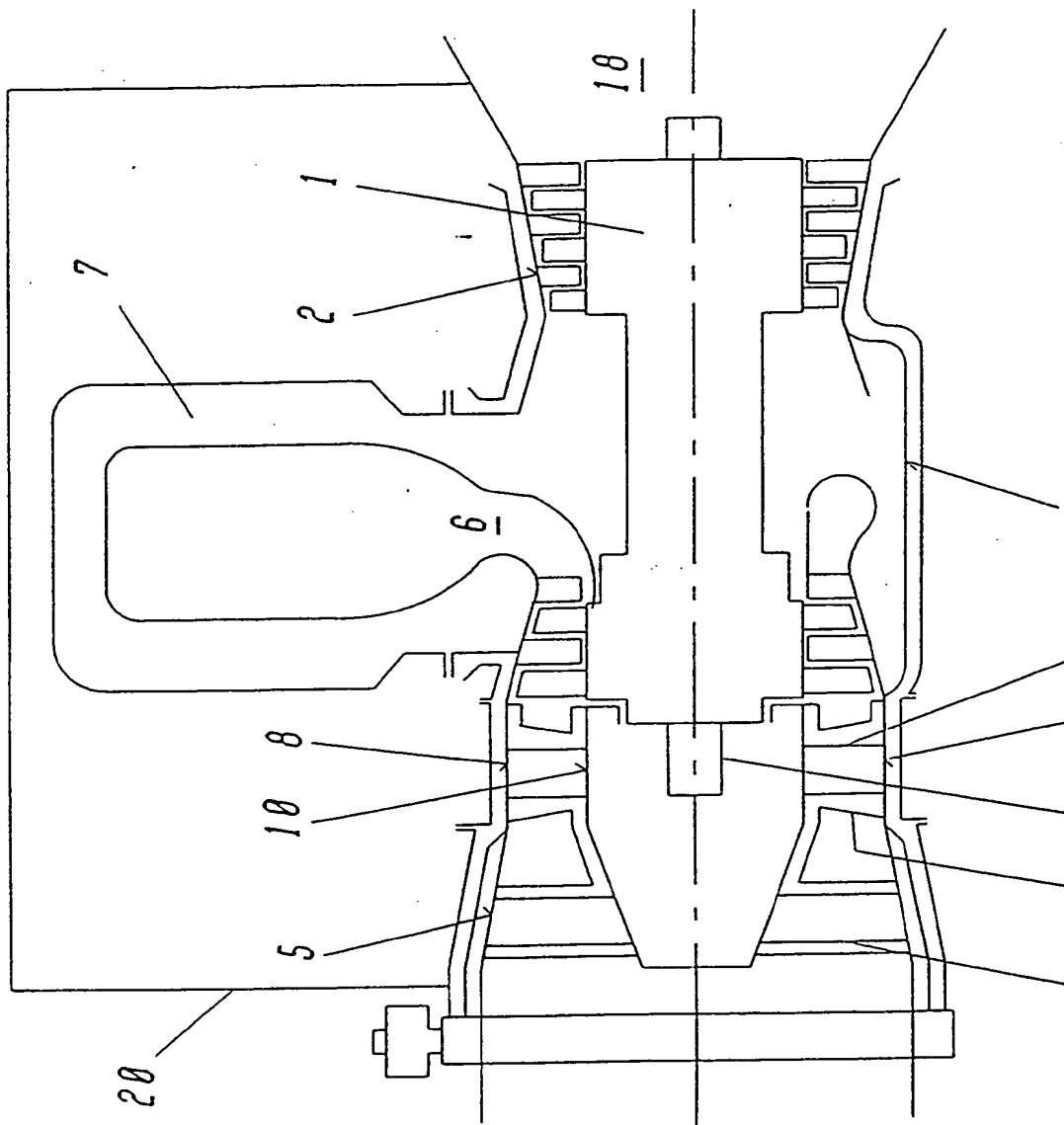


Fig. 1

19 11 12 4 9 3

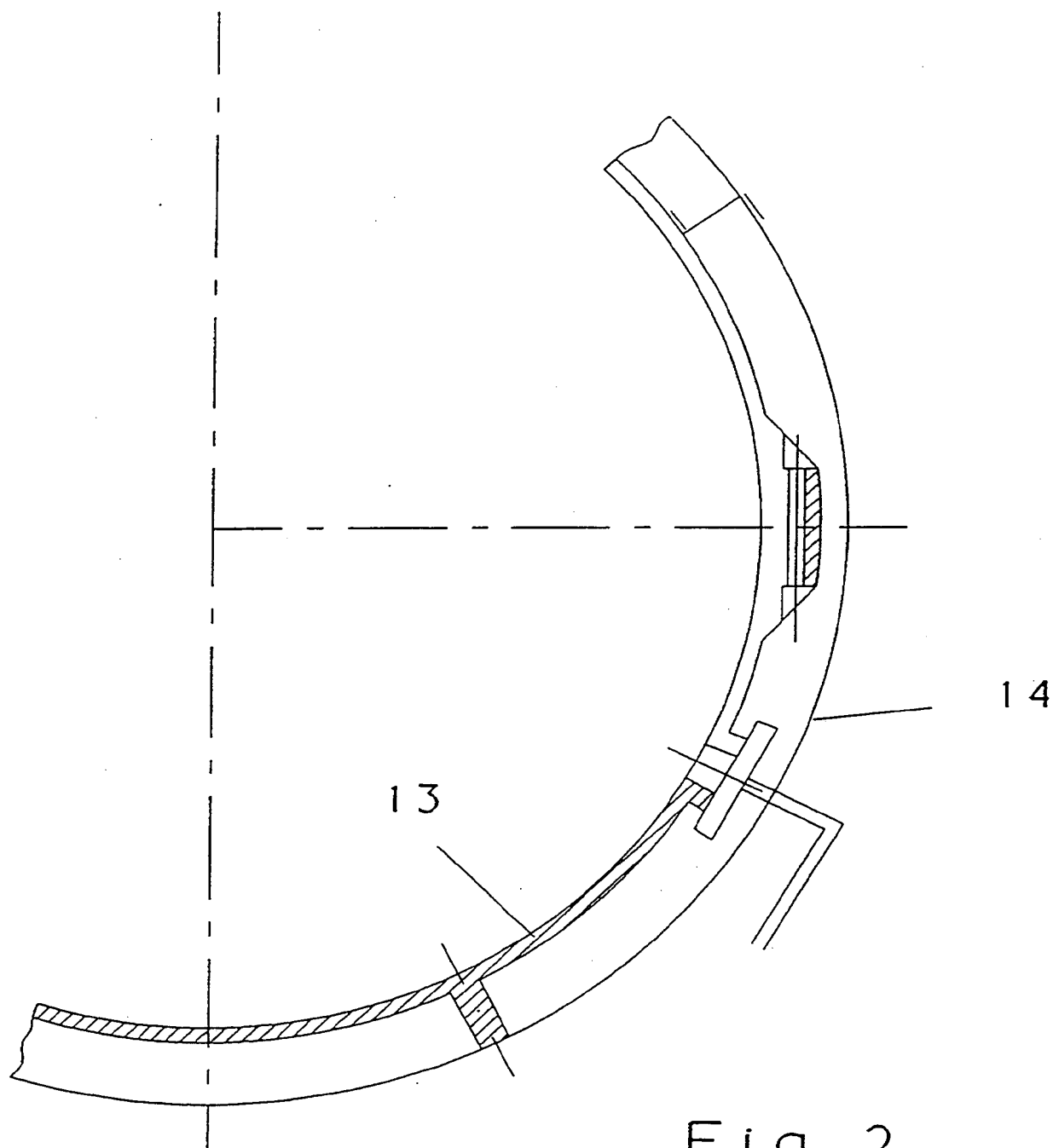
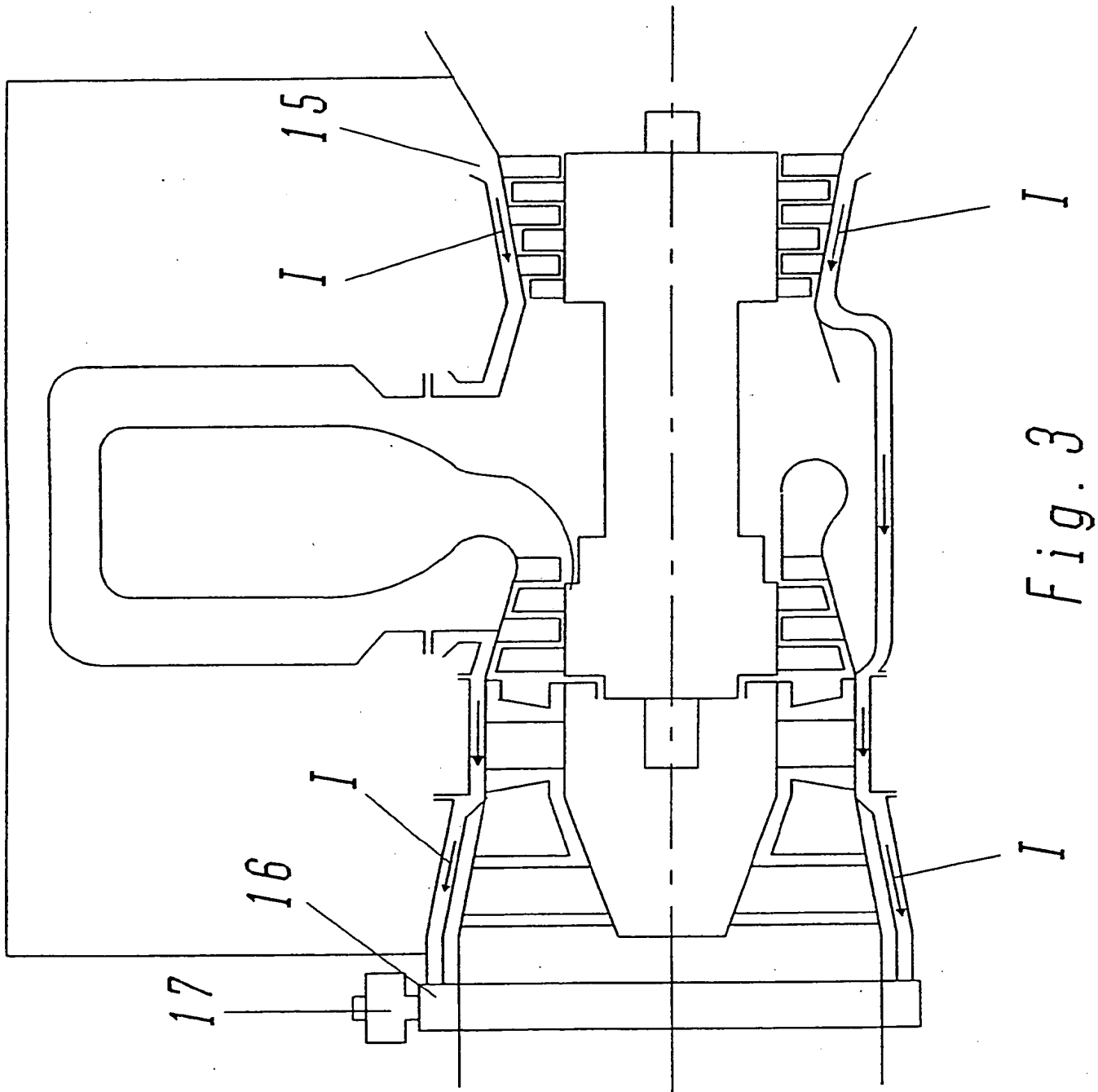


Fig. 2



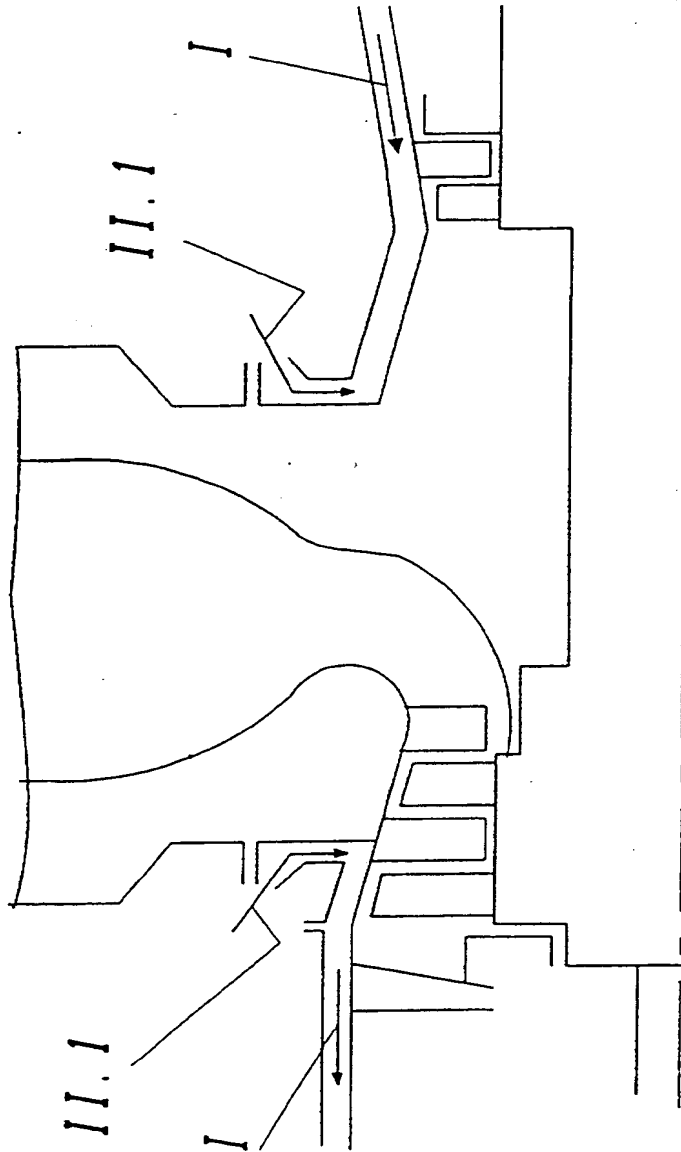


Fig. 4

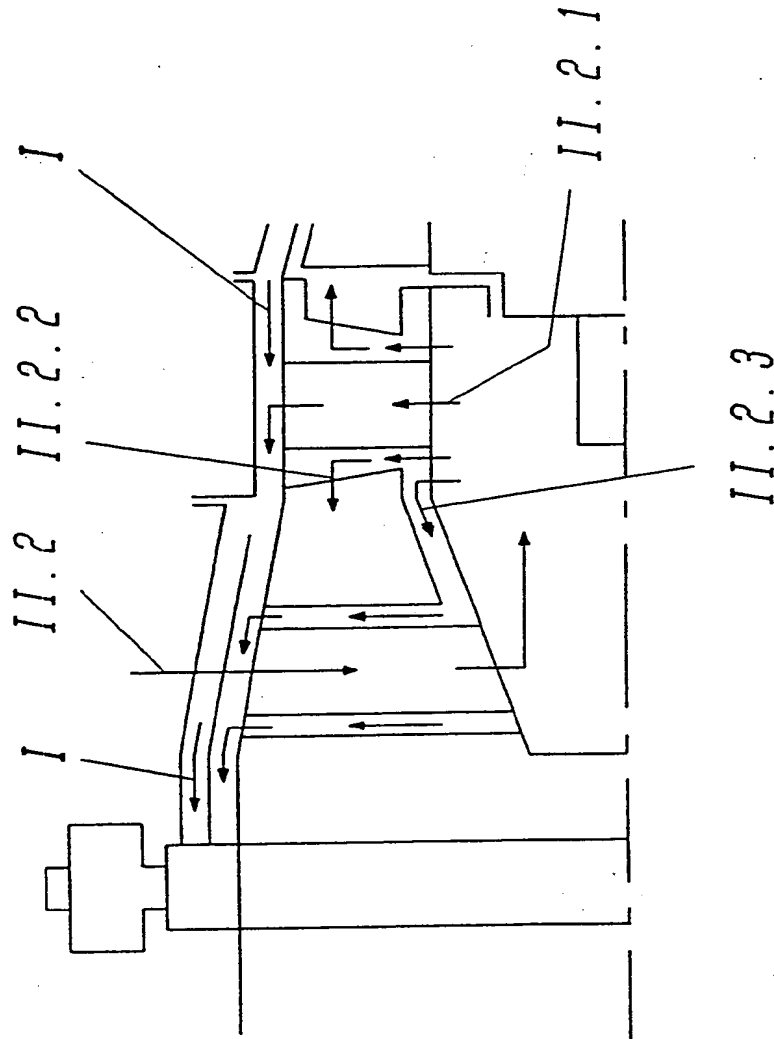


Fig. 5

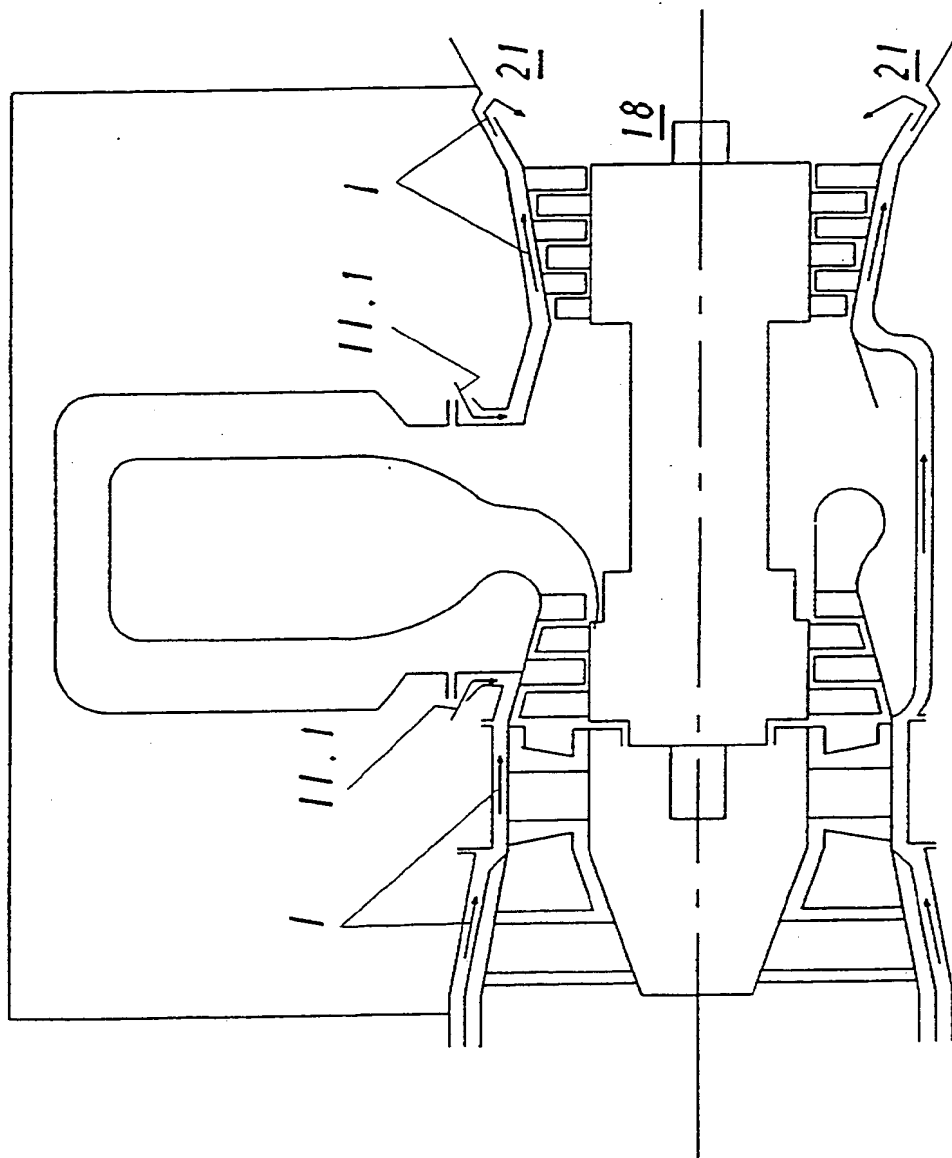


Fig. 6



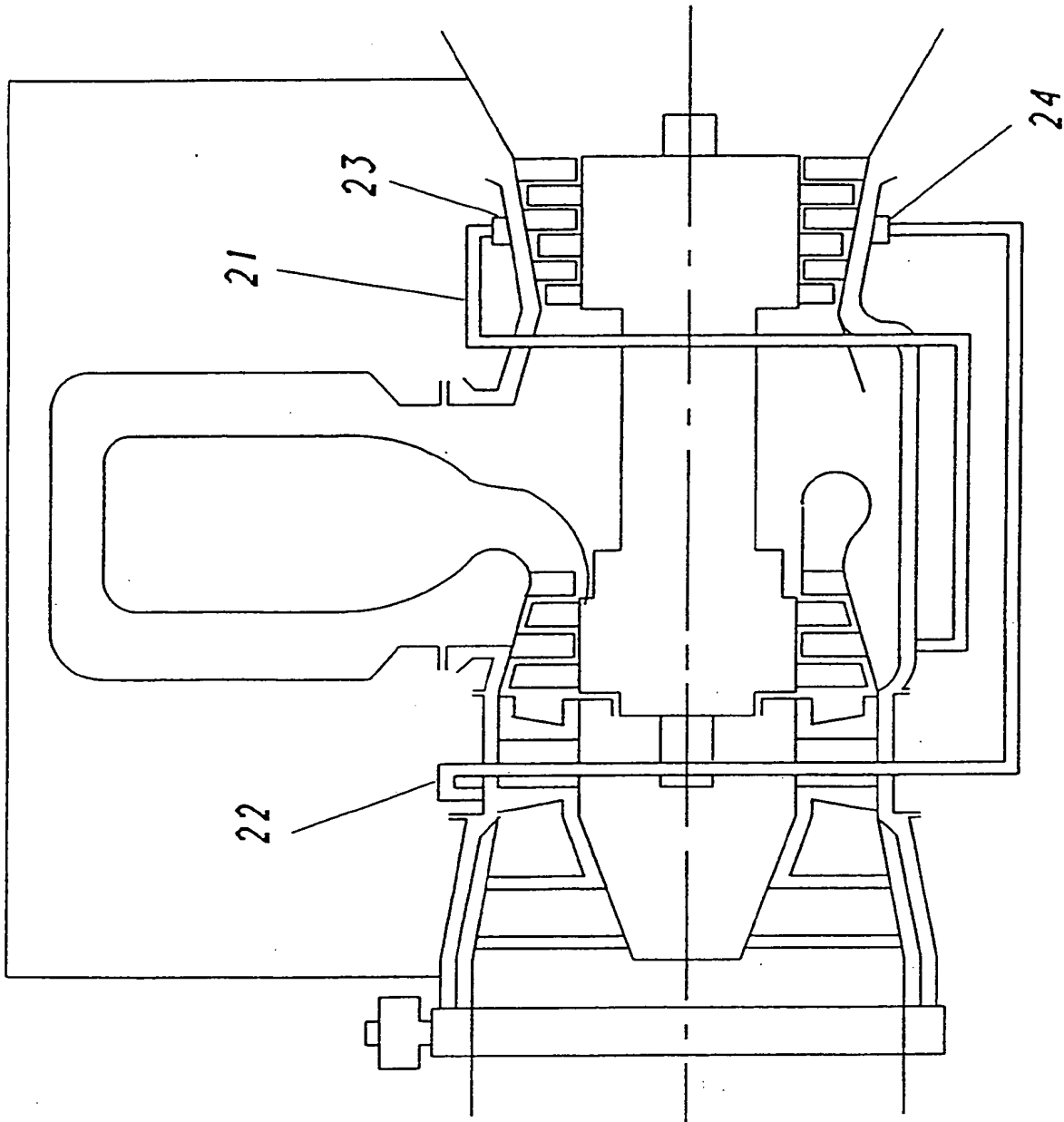


Fig. 7

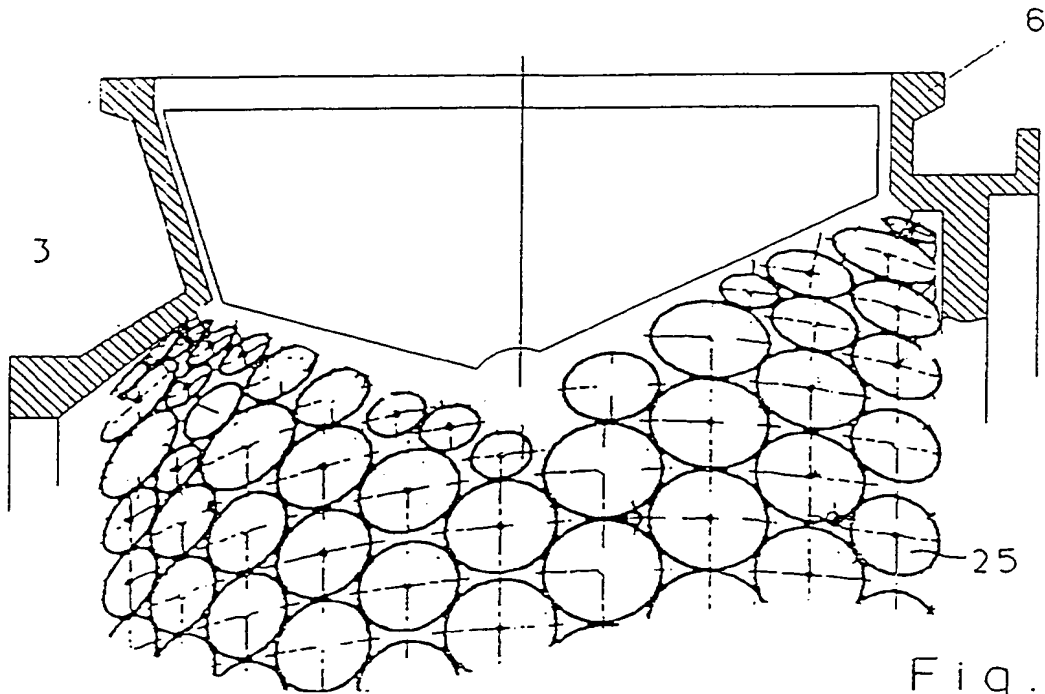


Fig. 8

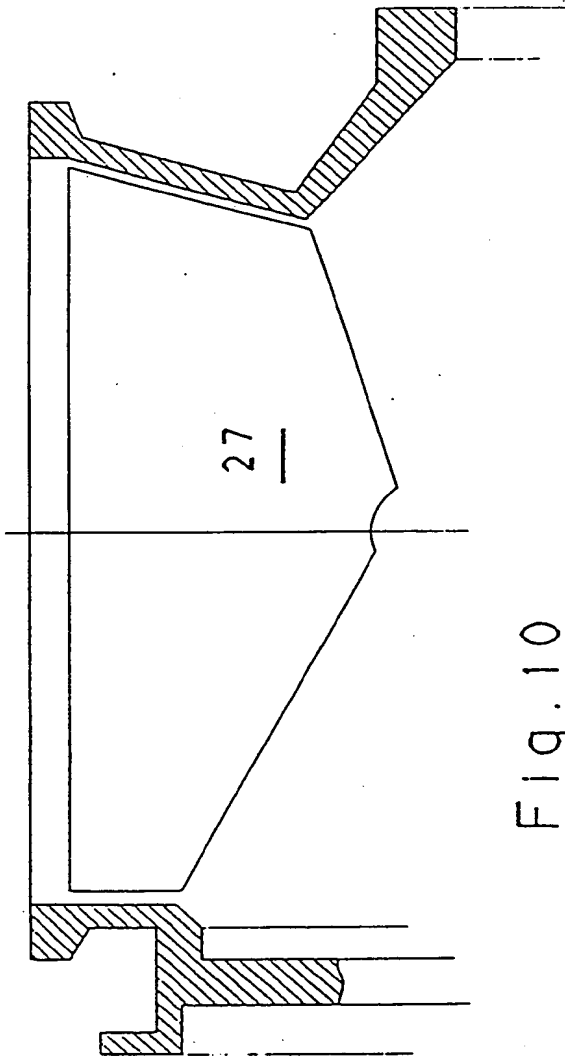


Fig. 10

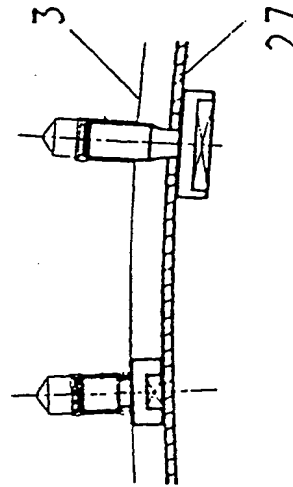


Fig. 11

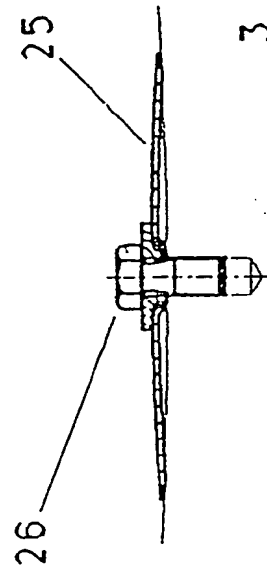


Fig. 9

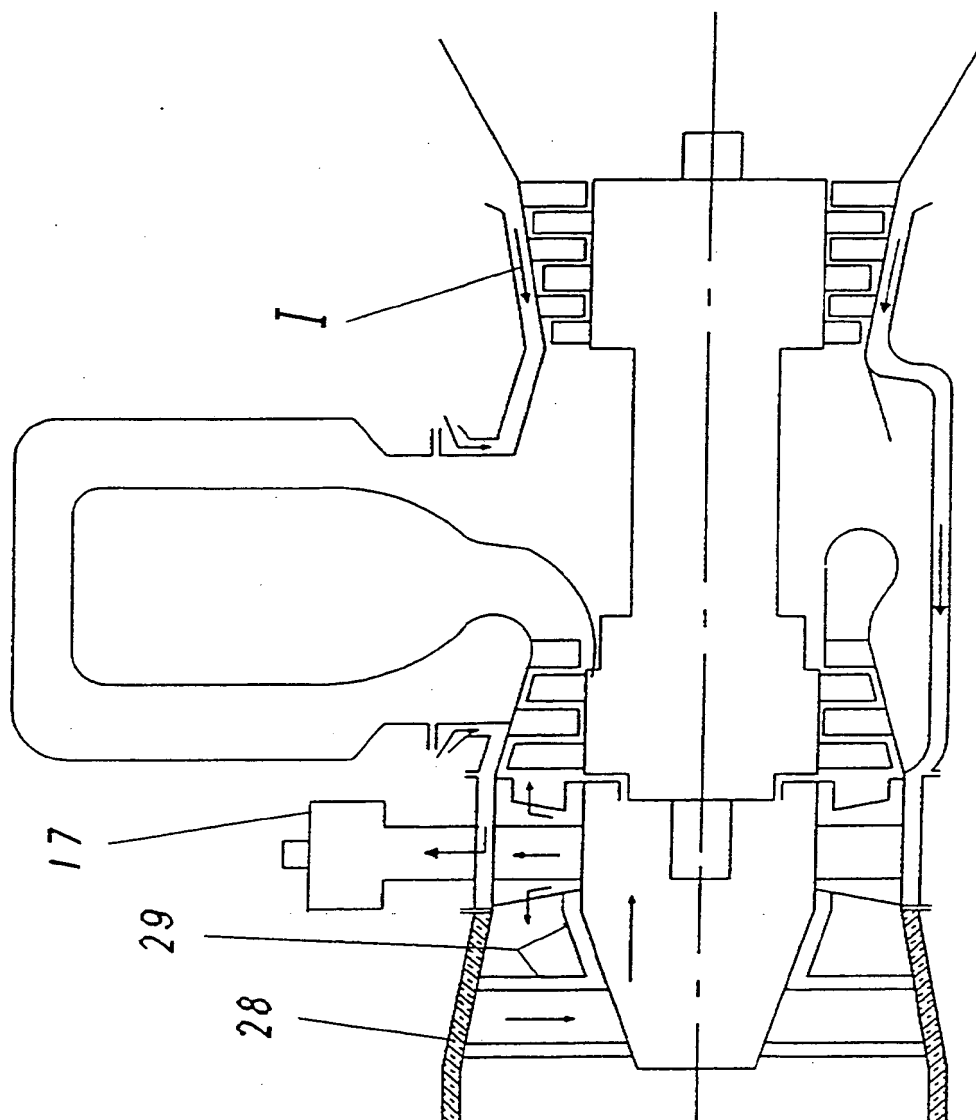


Fig. 12